การวิเคราะห์ผนังอิฐก่อบรรจุในโครงคอนกรีตที่รับแรงกระทำด้านข้าง

นายวิษณุ หริวงศ์จงเจริญ

004853

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต

ภาควิชาวิศวกรรมโยธา

บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

2523

I 17397066

ANALYSIS OF BRICK INFILLED CONCRETE FRAMES SUBJECTED TO LATERAL LOAD

Mr. Vissanu Hariwongjongjaroen

A Thesis Submitted in Partial Fulfillment of the Requirements

for the Degree of Master of Engineering

Department of Civil Engineering

Graduate School

Chulalongkorn University

1980

Thesis Title Analysis of Brick Infilled Concrete Frames Subjected to Lateral Load

By Mr. Vissanu Hariwongjongjaroen

Department Civil Engineering

Thesis Advisor Asst. Prof. Ekasit Limsuwan, Ph.D.

Accepted by the Graduate School, Chulalongkorn University in partial fulfillment of the requirements for the Master's degree.

S. Bunnag
.....Dean of Graduate School

(Assoc . Prof. Supradit Bunnag, Ph.D.)

Thesis Committee

Thaksin Thepchatri
.....Chairman

(Asst. Prof. Thaksin Thepchatri, Ph.D.)

Karoon Chandrangsu
..... Member

(Asst. Prof. Karoon Chandrangsu, Ph.D.)

Ekasit Limsuwan
..... Member

(Asst. Prof. Ekasit Limsuwan, Ph.D.)

M. Vongpivat
..... Member

(Asst. Prof. Mana Vongpivat)

Copyright of the Graduate School, Chulalongkorn University

หัวข้อวิทยานิพนธ์ การวิเคราะห์ผนังอิฐก่อบรรจุในโครงคอนกรีตที่รับแรงกระทำด้านข้าง

ชื่อนิสิต นายวิษณุ หริวงศ์จงเจริญ

อาจารย์ที่ปรึกษา ผศ. ดร. เอกสิทธิ์ สัมสุวรรณ

ภาควิชา วิศวกรรมโยธา

ปีการศึกษา 2523

หอสมุดกลาง สถาบันวิทยบริการ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

บทคัดย่อ

ผนังอิฐก่อที่บรรจุในโครงข้อแข็งคอนกรีตเสริมเหล็กโดยปกติไม่ได้ยึดเป็นเนื้อเดียวกันกับคานและเสา เมื่อถูกแรงกระทำภายนอกทางด้านข้าง ผนังอิฐก่อนี้จะแยกตัวจากโครงข้อแข็งตามแนวรอยต่อบริเวณมุมที่เกิดแรงดึงและคงเหลือผิวสัมผัสบริเวณมุมที่เกิดแรงอัด อาศัยพฤติกรรมว่าด้วยผิวสัมผัสสมมุติให้แรงที่มีการกระจายแบบสามเหลี่ยมกระทำบนกำแพงในแนวตั้งฉากกับแนวเสาและคานของโครงข้อแข็งที่มีอัตราส่วนความยาวต่อความสูงระหว่าง 1-2 ได้ แล้วจึงทำการวิเคราะห์โดยใช้วิธีการของไฟไนท์เอลเลเม้นท์ (Finite Element Method) เพื่อนำผลอันนี้มาใช้กับทฤษฎีว่าด้วยค้ำยันเสมือนในแนวทะแยงมุมของโครงข้อแข็งอันนั้น

จากการกำหนดให้การยึดหดของผนังอิฐเมื่อได้รับแรงที่ถ่ายจากโครงข้อแข็งเท่ากับการยึดหดของค้ำยันเสมือน แล้วอาศัยทฤษฎีกำลังวัสดุก็จะหาขนาดของค้ำยันเสมือนได้ จากการวิเคราะห์พบว่าความกว้างประสิทธิผลกับความยาวทะแยงของผนังขึ้นอยู่กับลักษณะทางเรขาคณิตของผนังและความแข็งแรงของโครงข้อแข็งรวมกับผนังอิฐก่อ เมื่อเปรียบเทียบผลการวิเคราะห์ตามวิธีดังกล่าวข้างต้นนี้กับวิธีการอื่นและผลการทดลอง จะเห็นว่าการวิเคราะห์โดยวิธีการนี้ให้ผลสอดคล้องกับการทดลองมากที่สุด ดังนั้นจึงเหมาะสมที่จะใช้ในการวิเคราะห์โครงข้อแข็งเมื่อมีกำแพงอิฐก่อภายในและมีแรงกระทำทางด้านข้าง

Thesis Title	Analysis of Brick Infilled Concrete Frames Subjected to Lateral Load
Name	Mr. Vissanu Hariwongjongjaroen
Thesis Advisor	Asst. Prof. Ekasit Limsuwan, Ph.D.
Department	Civil Engineering
Academic Year	1980

ABSTRACT

When a non-integral brick infilled concrete frame is subjected to a lateral load, the frame and the infill will separate in the region under tensile force and remain to contact in the region under the compressive force.

On the basis of the contact length at the beam column corner, an arbitary diagonal load can be assumed to act over such lengths as a triangular distribution. Then, the stresses and nodal displacements of the infill having various length to height ratio from 1.0 to 2.0 were analyzed by a Finite Element Method. These results of analysis were used as the basic tool to employ a strut concept.

Pursuing the diagonal strut analogy, the displacement compatibility of the infill and the diagonal strut was used with the method of elementary strength of materials to derive at the diagonal effective width for different panel sizes. It has been shown in this study that the effective width of the diagonal strut depends on the

panel geometry and the relative stiffness of the brick infill and the bounding frame. Since the lateral stiffness and the ultimate load of brick infilled concrete portal frame predicted by the proposed method indicated a reasonable agreements with other existing test results, the method can be satisfactory used to analyse brick frame subjected to lateral load.

หอสมุดกลาง สถาบันวิทยบริการ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ACKNOWLEDGMENT

The author would like to express his sincere appreciation to Asst. Prof. Dr. Ekasit Limsuwan for his guidance and supervision through this study. He would also like to extend thanks to Asst. Prof. Dr. Thaksin Thepchatri, Asst. Prof. Dr. Karoon Chandrangsu and Asst. Prof. Mana Vongpivat for their services as part of the thesis committee.

Gratitude is also expressed to Asst. Prof. Dr. Karoon Chandrangsu for his suggestions and supervision in using the finite element computer program. Thanks are also extended to Computing Center staff who assisted in running computer program.

A final expression of gratitude is extended to Miss. Usa Phrerapat who expressed for encouragement and assistance in compiling this thesis.

TABLE OF CONTENTS

		page
ABSTRACT		iv
ACKNOWLEDGEMENT		vi
TABLE OF CONTENTS		vii
LIST OF TABLES		ix
LIST OF FIGURES		xi
LIST OF SYMBOLS		xii
CHAPTER		
I	INTRODUCTION	
1.1	Statement of Problem	14
1.2	Research Objective and Scope	14
1.3	Literature Review	16
II	THEORETICAL CONSIDERATION	
2.1	Contact Length and Relative Stiffness Parameter	20
2.2	Finite Element Method	24
2.3	Effective Width of Strut	25
2.4	Structural Stability Consideration	28
2.5	Proposed Analysis Method of Infilled Frame	30

หอสมุดกลาง สถาบันวิทยบริการ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

page

III PRESENTATION OF ANALYSIS AND TEST RESULT

3.1 Effective Width to Diagonal ratio (w/d)..... 34

3.2 Lateral Stiffness 35

3.3 Ultimate Load..... 37

IV CONCLUSION..... 39

Reference..... 41

Appendix A (Experiment Data Ref. 2 , 24)..... 72

LIST OF TABLES

Table	Title	Page
1	Total vertical and horizontal force on infill for L'/h' = 1.0..	46
2	Total vertical and horizontal force on infill for L'/h' = 1.5..	46
3	Total vertical and horizontal force on infill for L'/h' = 2.0..	47
4	Displacement at loaded corner.....	48
5	Equivalent width of diagonal strut.....	49
6	Calculated width to diagonal ratio for L'/h' = 2.0.....	50
7	Calculated width to diagonal ratio for L'/h' = 1.5.....	50
8	Calculated width to diagonal ratio for L'/h' = 1.0.....	51
9	Comparision of lateral stiffness, predition and experiment (Ref. 24).....	52
10	Comparision of lateral stiffness, predition and experiment (Ref. 24) continues.....	53
11	Comparision of lateral stiffness, predition and experiment (Ref. 2).....	54
12	Comparision of lateral stiffness of frame with and without brick infill.....	55
13	Ultimate load of infilled frame predition and experiment (Ref. 24).....	56
A-1	Dimensions and reinforcing steel of tested frame (Ref. 24).....	75
A-2	Physical properties of Mon bricks (Ref. 24).....	76

Table	Title	Page
A-3	Properties of test frames (Ref. 24).....	77
A-4	Mechanical properties of brick panels (Ref. 24).....	78
A-5	Test Results of infilled frames (Ref. 24).....	79
A-6	Data of experimental models (Ref. 2).....	80
A-7	Comparision of stiffness (Ref. 2).....	81
A-8	Dimensions and reinforcement of tested frame (Ref. 2).....	81

LIST OF FIGURES

Figure	Title	Page
1	Assumed load distribution on typical infill.....	57
2	Calculation procedure for program "PLSTR".....	58
3	Boundary condition of an infill for L'/h' = 1.0.....	59
4	Boundary condition of an infill for L'/h' = 1.5.....	59
5	Boundary condition of an infill for L'/h' = 2.0.....	60
6	Element and node number of mesh infill for L'/h' = 1.0.	60
7	Element and node number of mesh infill for L'/h' = 1.5.	61
8	Element and node number of mesh infill for L'/h' = 2.0.	61
9	Contour of principal stress for L'/h' = 1.0,.....	62
10	Contour of principal stress for L'/h' = 1.5.....	63
11	Contour of principal stress for L'/h' = 2.0.....	65
12	Effective width as function of λh.....	67
13	The infilled frame and the equivalent diagonal strut analogy.....	68
14	Elastic curve and reactions of portal frame.....	69
15	Brick infilled concrete frame and elastic curve.....	70
16	Equivalent structure.....	71
A-1	Details of reinforcement of tested frames (Ref.24).....	73
A-2	Details of reinforcement of tested frames (Ref. 2).....	74

LIST OF SYMBOLS

A, B	constants in expression for w/d
C	contact length of interaction load against column
d	diagonal length of brick infill
Δ	horizontal displacement of the structure
Δ_e	diagonal shortening of equivalent strut
Δ_w	resultant displacement of brick infill at loaded corner
E_w , E_E	Young's modulus of brick infill
E_c , E_f	Young's modulus of concrete frame
e	compressive strain in the diagonal strut
f	compressive stress in the strut due to applied load
f'_w	compressive strength of brick panel
f'_c	compressive strength of concrete
h	height of frame (on center - line of beams)
h'	height of brick infill
I_c, I	moment of inertia of column
L	span length of frame (on center-line of columns)
L'	span length of brick infill
θ	angle between diagonal line of brick infill to horizontal
$\overline{\theta}$	angle of the resultant R with respective to horizontal force
θ'	angle between resultant displacement (Δ_w) respective to horizontal
P_1	total vertical force act on typical infill
P_2	total horizontal force act on typical infill

R	resultant of vertical force and horizontal force act on typical infill
t_w	brick infill thickness
P	lateral load act on brick infilled frame
λ	relative stiffness or characteristic of infilled frame ($\sqrt[4]{E_w t_w \sin 2\theta / 4E_c I_c h'}$)